

КОМПОЗИЦИОННЫЙ МАТЕРИАЛ Тi – ТА –Cu – ЭИ698-ВД СФОРМИРОВАННЫЙ СВАРКОЙ ВЗРЫВОМ

Малютина Ю.Н., Скороход К.А.

Руководитель – проф., д.т.н. Батаев А.А.

Новосибирский государственный технический университет,

г.Новосибирск

k.skorokhod@mail.ru

В работе сваркой взрывом было сформировано бездефектное соединение между пластинами титана и никелевого сплава с использованием промежуточных слоев, состоящих из тонколистовых пластин чистых материалов (меди и тантала). Характер взаимодействия свариваемых материалов способствует тому, что в процессе сварки не образуются нежелательные химические соединения, приводящие к падению механических свойств.

Суперсплавы на основе никеля относятся к классу материалов, которые широко используются в авиационной и космической промышленности. Однако существует проблема сваривания титановых и никелевых сплавов, связанная с образованием на границе соединения хрупких интерметаллических фаз[1]. Одним из эффективных методов, позволяющих сваривать материалы, образующие хрупкие химические соединения, является сварка взрывом с использованием промежуточных слоев-барьеров [2]. В настоящей работе для сплавов на основе титана и никеля был выбран промежуточный слой, состоящий из меди и тантала. Таким образом, цель настоящей работы заключалась в формировании и исследовании структуры и микротвердостикомпозиционного материала титан / жаропрочный никелевый сплав методом сварки взрывом с использованием барьерного слоя (медь-тантал). Особенность выбранных материалов заключается в том, что пары титан - тантал и медь - никелевый сплав неограниченно растворимы друг в друге и при взаимодействии образуют непрерывный ряд твердых растворов. Пара медь - тантал не имеет взаимной растворимости и при перемешивании склонна к образованию эмульсий. Таким образом, при сварке взрывом этих материалов исключена возможность зарождения интерметаллидов на границе раздела.

Получение 4х-слоистого композиционного материала осуществлялось в Институте гидродинамики СО РАН. Для этого была выбрана параллельная схема сварки взрывом. Основные параметры сварки, такие как скорость точки контакта и угол соударения, составляли 3800 м/с и 17° соответственно.

Общий вид композиционного материала представлен на рисунке 1а. При реализации сварки взрывом, сварные швы между медью и танталом, а также медью и никелевым сплавом имеют волнообразную форму, характерную для сварки взрывом металлических материалов. Однако, длины

волн (λ) и амплитуды (A) этих соединений различны за счет различных физических и механических свойств. Для пары медь – никелевый сплав $\lambda = 220$ мкм, $A = 65$ мкм. В случае с парой медь-тантал геометрические параметры сварного соединения составляют $\lambda = 7,5$ мкм, $A = 0,6$ мкм. Такие малые значения можно легко идентифицировать с помощью растровой электронной микроскопии (рисунок 1б). На границе титан-тантал волнообразная форма границы раздела переходит в плоскую.

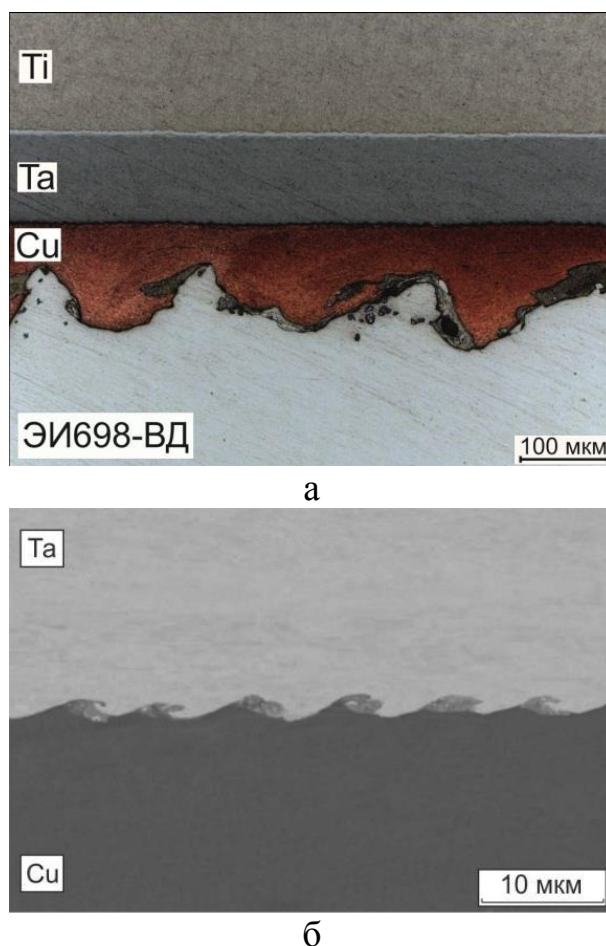


Рисунок 1 – Общий вид композиционного материала (а) и граница соединения тантал-медь (б)

Результаты измерения микротвердости композиционного материала представлены на рисунке 2. Анализ полученных данных свидетельствует об увеличении значений микротвердости на стыке сварки, что обусловлено интенсивной пластической деформацией, приводящей к небольшому упрочнению граничных областей. Рост микротвердости на границе медь – никелевый сплав связан с образованием зоны переплава, состоящей из элементов взаимодействующих материалов.

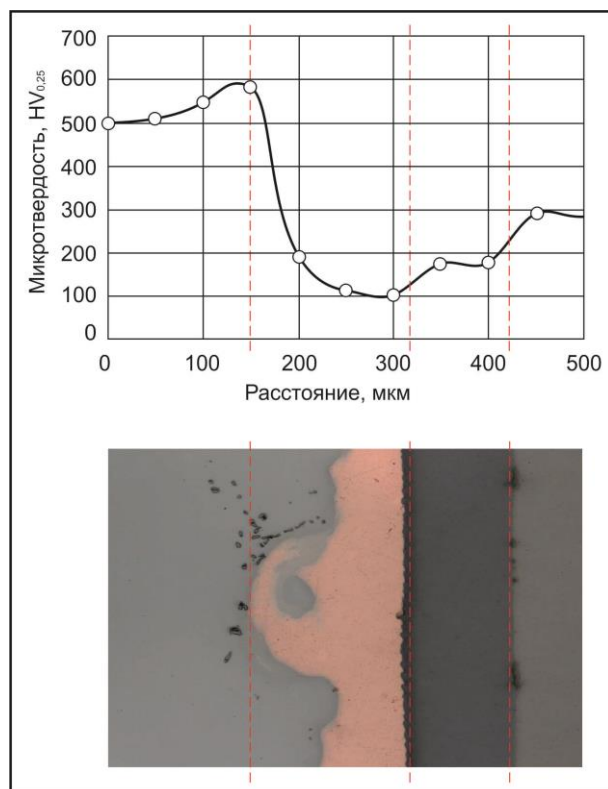


Рисунок 2 –Распределение микротвердости композиционного материала

Таким образом, использование барьерных слоев, таких как медь и тантал является эффективным способом при сварке взрывом сплавов на основе титана и никеля. ДюрOMETрические измерения показали, что на границах сварных швов отсутствует резкий скачок микротвердости, который может быть вызван образованием интерметаллидов.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ:

1. B. Wang, W. Chen, J. Li, Z. Liu, X. Zhu, Microstructure and formation of melting zone in the interface of Ti/NiCr explosive cladding bar, Mater. Des. 47 (2013) 74-79.
2. A. Elrefaey, W. Tillmann, Solid state diffusion bonding of titanium to steel using a copper base alloy as interlayer, J. Mater. Process. Technol. 209 (2009) 2746-2752.